

Вдосконалення систем живлення розрядних ламп високого тиску

Рой Ю.В., Поліщук В.М., к.т.н., доц.

Харківська національна академія міського господарства

Одним з найбільш дієвих засобів підвищення енергоефективності та розширення функціональних можливостей освітлювальних установок (ОУ) є використання енергоекономічних джерел світла - розрядних ламп високого тиску в сукупності з електронними пускорегулюючими апаратами (ЕПРА). Тому увагу розробників світлотехнічних виробів приваблює можливість використання малопотужних (35 – 100Вт) розрядних ламп високого тиску (РЛВТ), що мають високі світлотехнічні показники і досить широку сферу застосування – від систем загального освітлення, до спеціальних ОУ. Світлова віддача таких ламп, зокрема, типа ДНаТ, сягає 150 лм/Вт, дуже висока стабільність світлового потоку в процесі експлуатації, підвищена габаритна яскравість розрядної колби, висхідні при повільній зміні струму вольт-амперні характеристики, - дають підстави вважати, що такі лампи є одними з перспективних джерел світла (ДС), використання яких дозволить, зокрема, більш ефективно використовувати електроенергію для освітлення. Але для широкого впровадження таких ДС необхідно вирішити ряд технічних проблем, пов'язаних з особливостями режиму їх роботи, і специфікою їх електродинамічних характеристик, обумовлених дуже малою інерційністю розряду, що на порядок менша, ніж у люмінесцентних ламп. Незважаючи на значну кількість опублікованих на даний час робіт, присвячених вирішенню проблем, експлуатації малопотужних РЛВТ, та значний прогрес в цьому напрямку, залишається ряд питань, що потребують пошуку відповідних технічних рішень.

Однією з таких проблем малопотужних РЛВТ, є високий коефіцієнт імпульсу таких ламп, що вимагає спеціального технічного рішення щодо параметрів пускорегулюючих апаратів (ПРА). Стандартні ПРА для РЛВТ, що використовуються в комплекті з лампами середньої та високої потужності, містять малопотужний генератор запалювальних імпульсів амплітудою 1,5-4,5 кВ, який, при погасанні лампи (наприклад, внаслідок зниження напруги живлення) тривалий час (понад 5 хвилин) не здатний завдяки насиченню магнітопроводу імпульсного трансформатора перезапалити лампу, доки не відбудеться повна деіонізація розрядного проміжку. Негативним моментом, який супроводжує процес запалення лампи є те, що при цьому суттєво (в декілька разів) зростає струм в колі живлення лампи, що призводить до посиленого розпилення емісійного покриття електродів і значного (~до 20%) зменшення строку служби лампи. Одночасно це супроводжується значним перевантаженням всієї схеми в цілому, що потребує збільшення запасу електричної міцності усіх її елементів. Причиною виникнення такого аномального режиму лампи є наявність несиметрії емісійних характеристик електродів, пов'язаних з недосконалістю технології, що призводить до виникнення несиметричного розряду завдяки перегріву одного з електродів,

коли в лампі одночасно існують дуговий та тліючий розряди. Відомо, що при різких зниженнях напруги ($\sim 5 \text{ В/с}$) навіть у невеликих межах, напруга згасання лампи зростає до $0,9U_{\text{ном}}$, що потребує застосування відповідних технічних рішень запобіганню такому явищу.

Важливою вимогою до комплекту РЛ-ЕПРА, згідно до стандарту МЕК, є визначення діапазону по потужності та напрузі на лампі, в межах якого забезпечується нормований світловий потік, що забезпечує також гарантований строк служби лампи. Відхилення режиму роботи лампи від номінального призводить до зменшення строку служби завдяки підвищенню ерозії електродів, особливо при зниженні їх температури.

Досить ефективним кроком вирішення ряду з перелічених проблем є розробка гібридного ПРА [1], використання якого дало змогу вирішити дві важливі проблеми: забезпечити надійне запалення та стабільну роботу РЛВТ малої потужності, та повністю усунути можливість виникнення аномальних режимів лампи. Важливим досягненням даної розробки явилось те, що в одному апараті об'єднано три функціональних елемента: запалюючий пристрій, баласт та компенсуючий конденсатор, завдяки чому знизилась маса та габарити пристрою. В даному пристрої використаний єдиний магнітопровід для ланцюга генератора запалювальних імпульсів, і ланцюга стабілізації струму лампи, що дозволило генерувати імпульси підвищеної потужності двічі за період напруги живлення, і гарантувати надійне запалення та перезапалення лампи.

Найбільш небезпечним є явище зростання напруги на лампі в процесі роботи, що обумовлене зміною її електричних параметрів в процесі експлуатації в декілька разів, обумовлених розпиленням емісійного покриття електродів і підвищення температури приелектродної зони внаслідок запилення країв розрядної колби матеріалом розпиленого електроду. Строк служби РЛ залежить безпосередньо від швидкості росту напруги на лампі і визначається інтенсивністю фізико-хімічних процесів, що відбуваються в колбі лампи, в тому числі, і під дією зовнішніх факторів. При коливаннях мережевої напруги більш ніж 5% вольт-потужна характеристика комплекту РЛ-ЕПРА виходить за межі ділянки допустимих значень параметрів, що свідчить про значне перевищення допустимого рівня потужності лампи в процесі роботи, в той час, як згідно вимогам МЕК, перевищення потужності не повинно перевищувати 16%.

Для підвищення надійності і довговічності комплекту РЛ-ЕПРА необхідно збільшувати діапазон зміни напруги на лампі та зменшувати швидкість її зростання в процесі роботи. Таке збільшення діапазону може бути отримано зменшенням відношення амплітуди піка перезапалення до діючої напруги на лампі. В свою чергу, зменшення швидкості зростання напруги на лампі може бути досягнуто за рахунок обмеження потужності лампи. Ці проблеми можна ефективно вирішити застосуванням ЕПРА на основі ВЧ-інвертора струму напівмостового типу на силових МОП-транзисторах, що працюють на підвищеній частоті $\sim 40 \text{ кГц}$. Для обмеження потужності лампи найбільш ефективним, на наш погляд, є метод регулювання частоти інвертора, що дозволяє одночасно запобігати роботі комплекту РЛ-ЕПРА на резонансних

частотах. Управління частотою інвертора повинно здійснюватись спеціалізованою інтегральною мікросхемою високовольтного драйвера, що забезпечить надійний запуск та стабільну роботу ЕПРА в широкому діапазоні частот, температур, низький рівень динамічних втрат у транзисторах, та ряд інших функцій.

Важливою проблемою масового впровадження таких систем є, насамперед, економічні чинники, пов'язані з відносно великою (приблизно вдвічі) більшою вартістю таких пристроїв, але із зростанням ціни енергоресурсів, та розвитком технологій виробництва мікроелектронних компонентів, ця різниця поступово буде нівелюватись, тому роботи в цьому напрямку, безумовно, є досить перспективними.

Література

1. В.М. Поліщук, В.Ф. Рой. Проблеми електронних ПРА для розрядних ламп високого тиску. Світлотехніка та електроенергетика. 2008, №4(16), С. 18-23.